SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Reporte agrometeorológico

Octubre de 2013

Guillermo MEDINA GARCÍA
Nadiezhda Y. Z. RAMÍREZ CABRAL

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Calera de V. R., Zacatecas
Folleto informativo No. 121

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito dela Institución.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
04010 México, D.F.
Tel. (55) 3871-8700

Primera edición. 2013
Impreso en Méxic0o

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Reporte agrometeorológico
Octubre de 2013

Guillermo MEDINA GARCÍA[1]
Nadiezhda Y. Z. RAMÍREZ CABRAL[2]

[1]Dr. Investigador responsable de la Red de Monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.
[2]MC. Investigador en Modelaje de Sistemas. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.

Antecedentes

ANTECEDENTES 1
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO 2
RESUMEN MENSUAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS 4
AGRICULTURA Y CLIMA 5
Precipitación 5
Índice de humedad 13
Balance hídrico 15
RESUMEN MENSUAL 18
LITERATURA CITADA 22

Antecedentes

La agricultura es una actividad estrechamente relacionada con el clima. La cantidad de lluvia, la humedad almacenada en el suelo, la ocurrencia de una helada o de granizo, constituyen algunos de los componentes del clima que año con año repercuten en la producción de cosechas. La presencia de plagas y enfermedades, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la demanda de agua por las plantas y la duración de los ciclos vegetativos, dependen también en gran medida de las condiciones del clima (FAO, 1981; Critchfield, 1983; Silva y Hess, 2001).

En el estado de Zacatecas la mayor parte de la agricultura se realiza en condiciones de temporal (INEGI, 2006), la cual se caracteriza por alta frecuencia de sequías, ocurrencia de heladas tempranas, lluvias torrenciales y mal distribuidas, y en general pueden presentarse heladas tardías y vientos de gran intensidad.

Con el propósito de tener un conocimiento de las condiciones del clima en relación con el desarrollo de los cultivos y su manejo, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) implementó en el año 2002 el proyecto “Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas”, financiado por la Fundación Produce Zacatecas, A. C.

La “Red de monitoreo agroclimático” es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones de las dependencias estatales y federales involucradas en el desarrollo agropecuario del Estado, así como para los agricultores y ganaderos.

Como parte de la estrategia para la divulgación de la información registrada por la red de estaciones, se presenta la publicación de un reporte agrometeorológico mensual, a través del cual se da a conocer información de las condiciones ambientales prevalecientes durante cada mes, relacionada con el desarrollo de los cultivos y comparada con las condiciones climáticas normales.

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

La red cuenta con 36 estaciones climáticas automáticas (Cuadro 1) distribuidas (Figura 1) en el Estado, cubriendo diferentes ambientes. Cada estación está equipada para medir la temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento, radiación solar y humedad de la hoja. La medición de las condiciones del estado del tiempo se realiza cada 15 minutos y los datos son transmitidos por las estaciones a la base central que se encuentra ubicada en el Campo Experimental Zacatecas (Medina *et al*., 2007). La información de las estaciones puede ser consultada en tiempo real en Internet en el sitio:

www.zacatecas.inifap.gob.mx

en donde se pueden consultar los datos en forma numérica y en forma gráfica. Se presentan también índices agroclimáticos como horas frío, horas de heladas y evapotranspiración. La información está disponible para los productores, dependencias relacionadas con el Sector Agropecuario y para el público en general.

CUADRO 1. ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	MUNICIPIO
Campo Exp. Zacatecas	Calera
Cañitas	Cañitas Felipe P.
Mesa de Fuentes	Enrique E.
Mogotes	F. R. Murguía
Ábrego	Fresnillo
Col. Emancipación	Fresnillo
El Pardillo 3	Fresnillo
Rancho Grande	Fresnillo
U.A. Biología	Guadalupe
Santo Domingo	Jalpa
Santa Rita	Jerez
Santa Fe	Jerez
Loreto	Loreto
El Alpino	Ojocaliente
Marianita	Mazapil
Tanque de Hacheros	Mazapil
Campo Uno	Miguel Auza
Momax	Momax
El Saladillo	Pánfilo Natera
La Victoria	Pinos
Col. Progreso	Río Grande
Col. González Ortega	Sombrerete
Col. Hidalgo	Sombrerete
Emiliano Zapata	Sombrerete
Providencia	Sombrerete
Tierra Blanca	Tabasco
Tepechitlán	Tepechitlán
Las Arcinas	Trancoso
CBTA Valparaíso	Valparaíso
Agua Nueva	Villa de Cos
Chaparrosa	Villa de Cos
COBAEZ Villa de Cos	Villa de Cos
Sierra Vieja	Villa de Cos
Estancia de Ánimas	Villa G.Ortega
Villanueva	Villanueva
U.A. Agronomía	Zacatecas

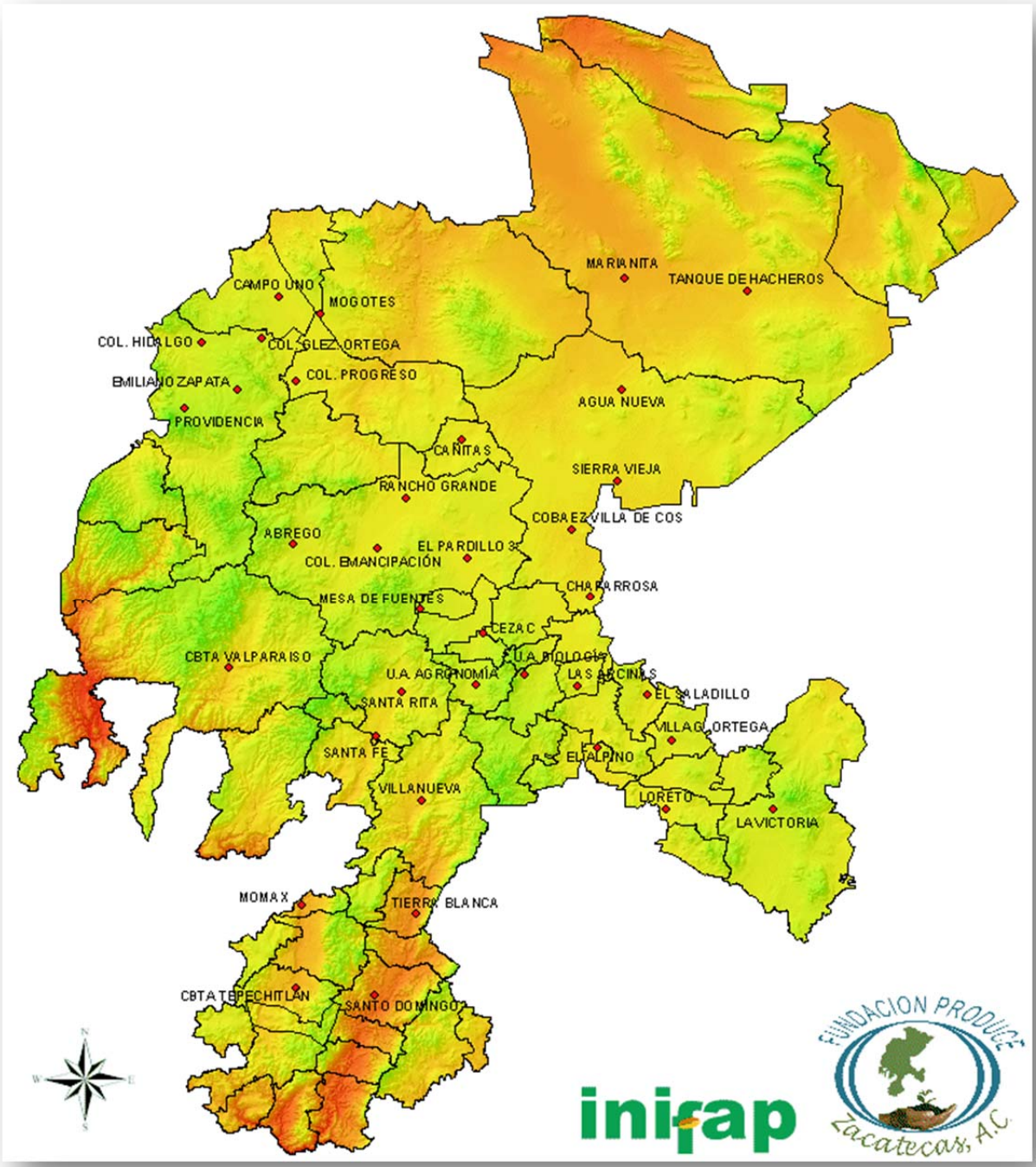


FIGURA 1. RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Octubre

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	16.7	
Máxima promedio	25.3	
Máxima extrema	32.5	Santo Domingo
Mínima promedio	9.8	
Mínima extrema	-0.8	Col. Emancipación
Promedio histórico*	16.8	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	44.9	
Mínima	10.2	Santo Domingo
Máxima	51.8	Ábrego
Promedio decena uno	16.2	
Mínima	0.1	Momax
Máxima	65.8	Santa Fe
Promedio decena dos	23.1	
Mínima	2.8	Momax
Máxima	69.0	Santa Rita
Promedio decena tres	5.6	
Mínima	0.0	Varias
Máxima	48.6	CBTA Tepechitlán
Promedio mensual histórico*	35.3	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	72.2	
Máxima promedio	96.8	
Máxima extrema	100.0	Varias
Mínima promedio	36.6	
Mínima extrema	11.0	Santo Domingo
Promedio histórico**	61.9	

VIENTO

	km	Estación
Promedio	3.6	
Máxima promedio	10.7	
Máxima extrema	31.1	Sierra Vieja
Dirección dominante	SE	
Máxima promedio histórica**	13.8	

En la obtención de los valores de este resumen se consideran las 36 estaciones de la red.
*Fuente: CNA. Datos históricos 1961-2003.
**Fuente: Red de monitoreo agroclimático 2002-2012.

Agricultura y clima

Precipitación

La agricultura que se practica bajo condiciones de temporal tiene como principal limitante la precipitación pluvial, tanto en cantidad como en distribución (Villalpando, 1985), es por esto que en los meses de la temporada de lluvia (verano) se le dará mayor énfasis a esta variable.

En la primera decena del mes se registraron 16.2 mm en promedio, alcanzando valores desde 0.1 mm en la estación Momax, Momax, hasta 65.8 mm en la estación Santa Fe, Jerez (Figura 2). En esta primera decena del mes de octubre la lluvia fue muy irregular, desde 100% debajo de lo normal hasta más del 100% arriba de lo normal (Figura 3).

En la segunda decena del mes de octubre se registró en promedio 23.1 mm, alcanzando valores desde 2.8 mm en la estación Momax, Momax, hasta 69.0 mm en la estación Santa Rita, Jerez (Figura 4). Las lluvias ocurridas fueron 100 % superiores a lo normal en la mayor parte del Estado, excepto (Figura 5).

En la tercera decena del mes de octubre disminuyeron las lluvias, registrándose desde 0.0 mm en varias estaciones, hasta 48.6 mm en la estación CBTA Tepechitlán (Figura 6). En esta decena la lluvia también fue muy irregular, pero en su mayor parte debajo de lo normal desde 25% hasta 75 % (Figura 7).

Considerando las lluvias acumuladas durante el mes, se presentaron precipitaciones entre 10.2 y 110.6 mm, siendo 44.9 mm el promedio de todas las estaciones (Figura 8). Las lluvias ocurridas representan en la mayor parte del Estado desde normal hasta más de 100 % arriba de lo normal (Figura 9).

En resumen, tomando en cuenta la lluvia registrada en todas las estaciones de la Red, en promedio se registró 16.2 mm en la primera decena, 23.1 mm en la segunda y 5.6

mm en la tercera, contra el promedio de las mismas decenas que son de 17.4, 11.1 y 6.8 mm, lo cual indica que durante el mes de octubre llovió en promedio más de lo normal en la segunda decena.

La precipitación acumulada durante los meses de junio a octubre oscila entre 234.8 mm en la estación Chaparrosa, Villa de Cos y 671.8 mm en la estación CBTA Tepechitlán, aunque en la mayor parte del Estado ha oscilado entre 300 y 600 mm (Figura 10).

Considerando la cantidad de lluvia ocurrida en estos cinco meses como porcentaje con respecto a la lluvia promedio, llovió 25 a 50% arriba de normal en la mitad norte del Estado y en el resto del Estado la lluvia fue normal a 25 % arriba de lo normal (Figura 11).

En la Figura 12 se presentan a manera de ejemplo dos gráficas de una estación, con la lluvia decenal y la lluvia acumulada de lo que va del año. El resto de las gráficas de las estaciones pueden ser consultadas en el sitio de Internet del Campo Experimental Zacatecas

www.zacatecas.inifap.gob.mx

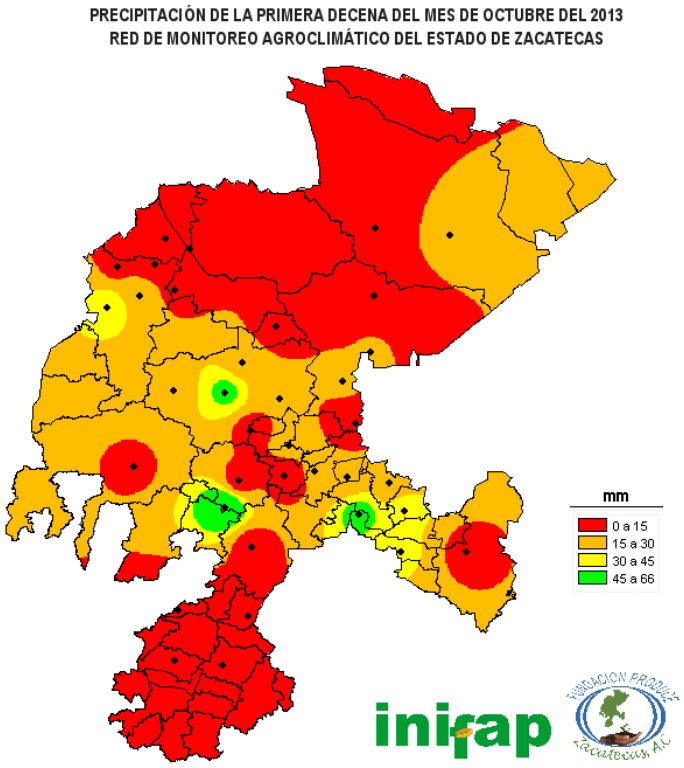

PRECIPITACIÓN DE LA PRIMERA DECENA DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
mm
0 a 15
15 a 30
30 a 45
45 a 66
inifap

FIGURA 2. Precipitación de la primera decena de octubre del 2013.

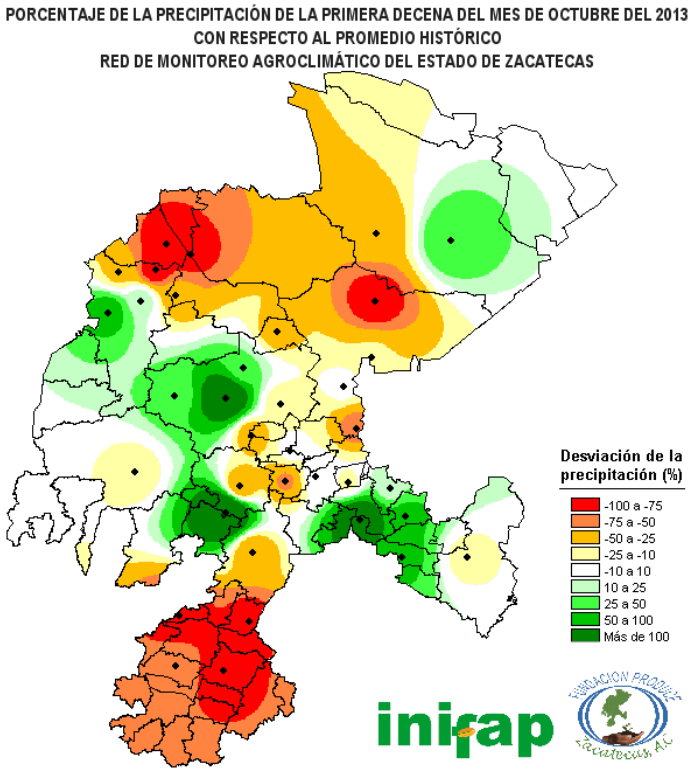

PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN DE LA PRIMERA DECENA DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
CON RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Desviación de la precipitación (%)
-100 a -75
-75 a -50
-50 a -25
-25 a -10
-10 a 10
10 a 25
25 a 50
50 a 100
Más de 100
inifap

FIGURA 3. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la primera decena del mes de octubre del 2013 con respecto al promedio histórico.

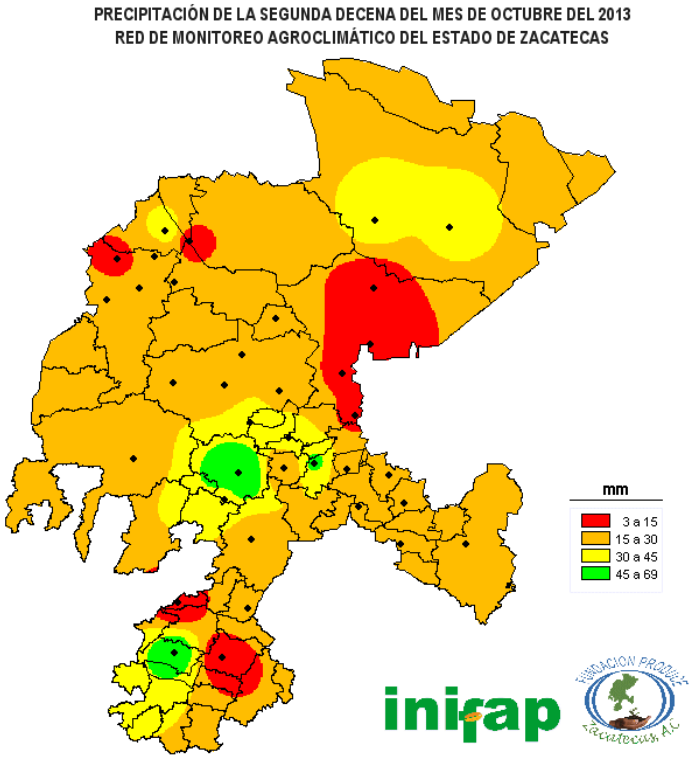

PRECIPITACIÓN DE LA SEGUNDA DECENA DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
mm
3 a 15
15 a 30
30 a 45
45 a 69
inifap

FIGURA 4. Precipitación de la segunda decena de octubre del 2013.

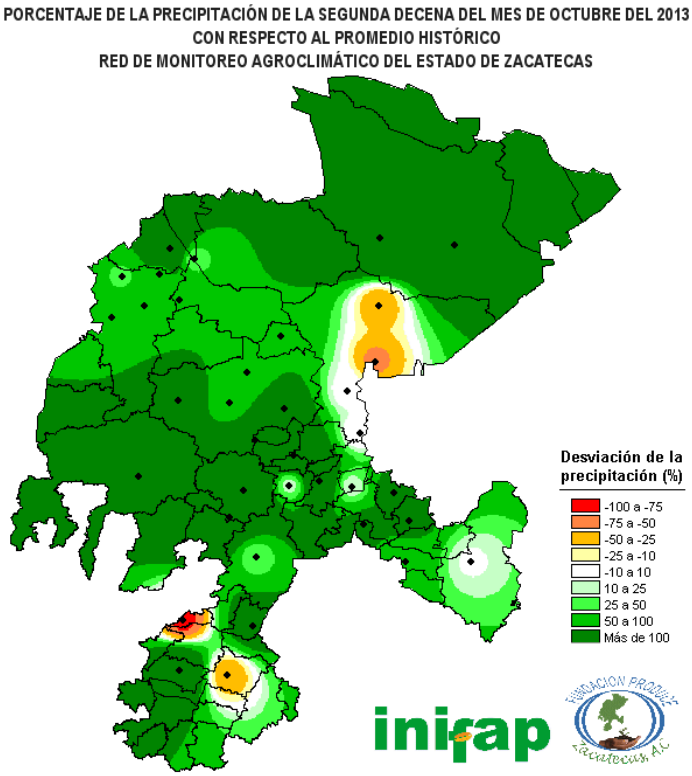

PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN DE LA SEGUNDA DECENA DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
CON RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Desviación de la precipitación (%)
-100 a -75
-75 a -50
-50 a -25
-25 a -10
-10 a 10
10 a 25
25 a 50
50 a 100
Más de 100
inifap

FIGURA 5. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la segunda decena del mes de octubre del 2013 con respecto al promedio histórico.

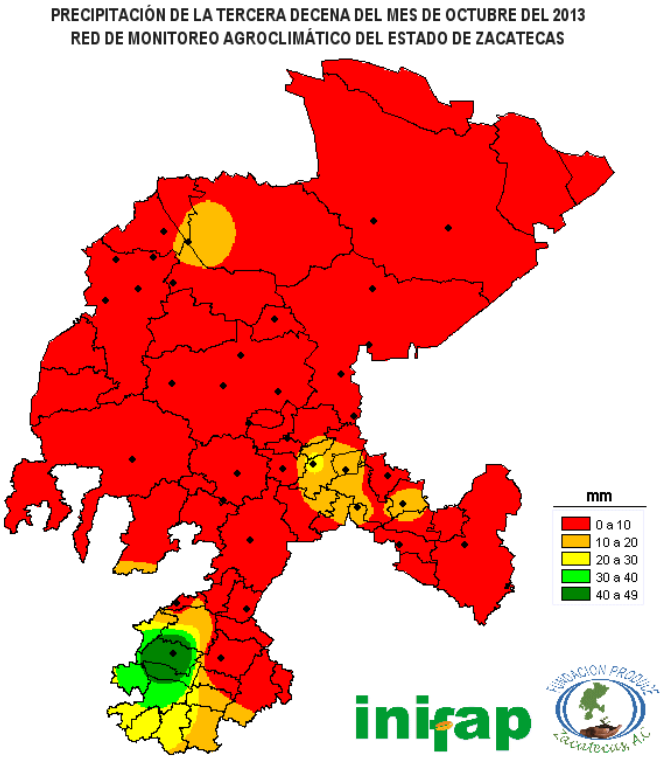

PRECIPITACIÓN DE LA TERCERA DECENA DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
mm
0 a 10
10 a 20
20 a 30
30 a 40
40 a 49
inifap

FIGURA 6. Precipitación de la tercera decena de octubre del 2013.

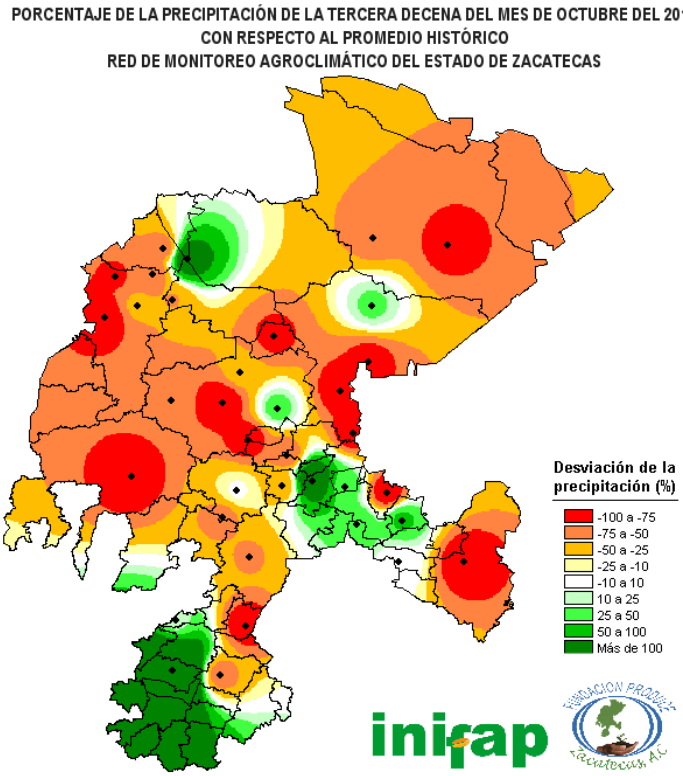

PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN DE LA TERCERA DECENA DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
CON RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Desviación de la precipitación (%)
-100 a -75
-75 a -50
-50 a -25
-25 a -10
-10 a 10
10 a 25
25 a 50
50 a 100
Más de 100
inifap

FIGURA 7. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la tercera decena del mes de octubre del 2013 con respecto al promedio histórico.

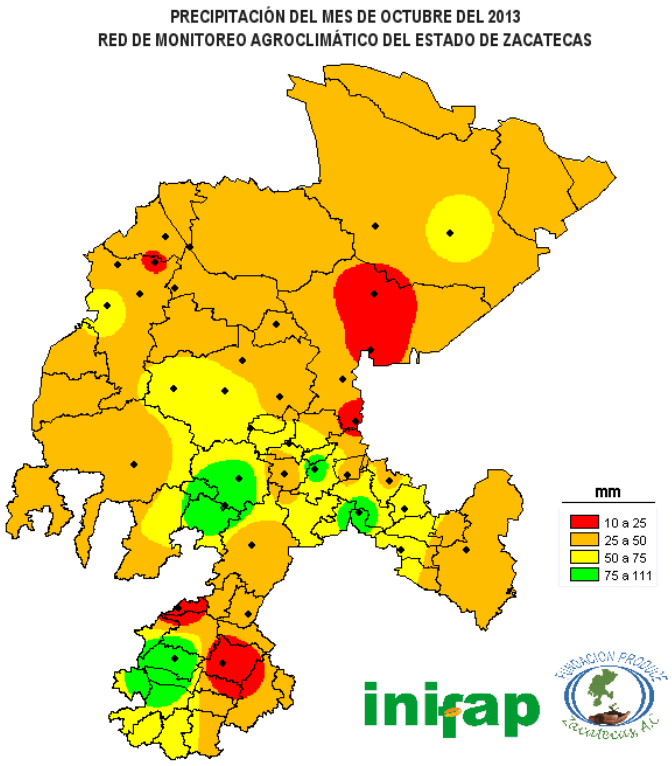


FIGURA 8. Precipitación del mes de octubre del 2013.

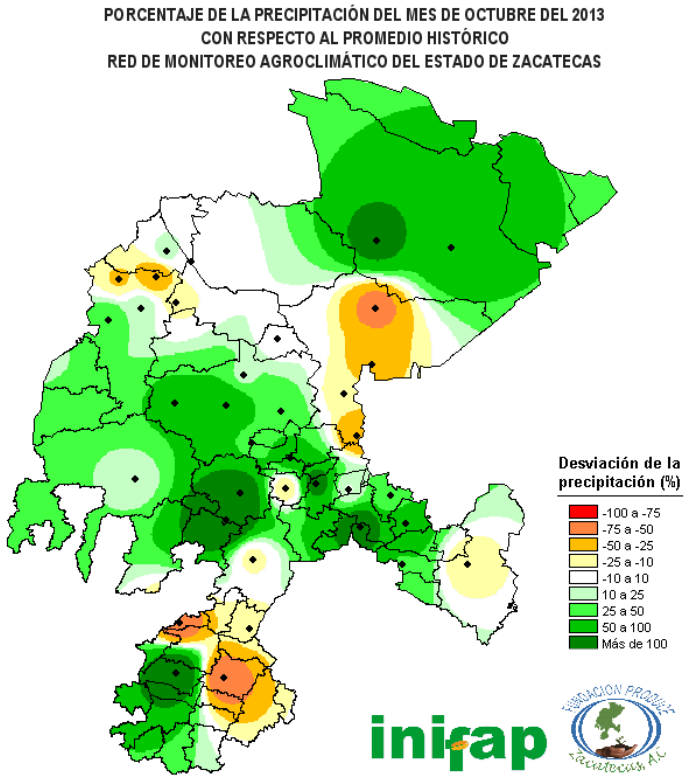

PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN DEL MES DE OCTUBRE DEL 2013
CON RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Desviación de la precipitación (%)
-100 a -75
-75 a -50
-50 a -25
-25 a -10
-10 a 10
10 a 25
25 a 50
50 a 100
Más de 100
inifap

FIGURA 9. Porcentaje de la precipitación ocurrida en el mes de octubre del 2013 con respecto al promedio histórico.

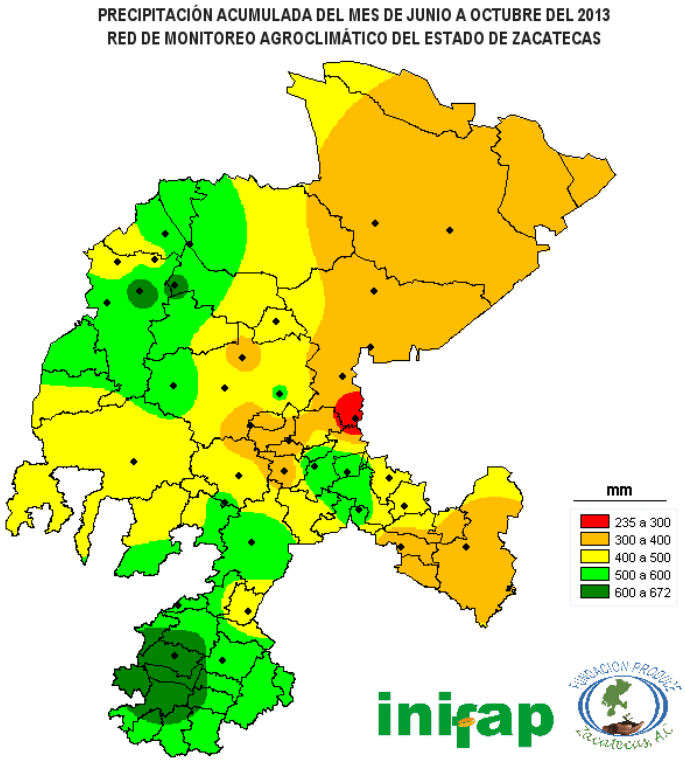


FIGURA 10. Precipitación acumulada en los meses de junio a octubre del 2013.

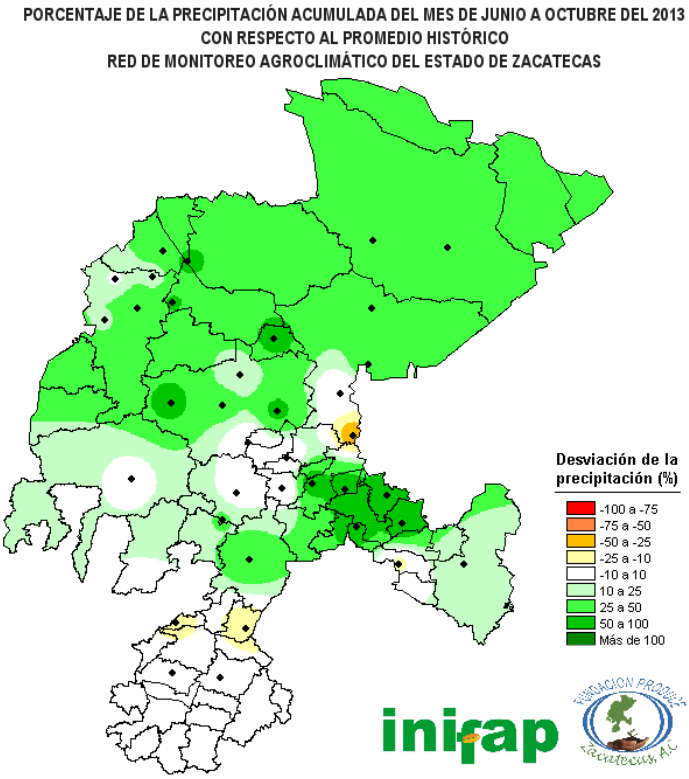
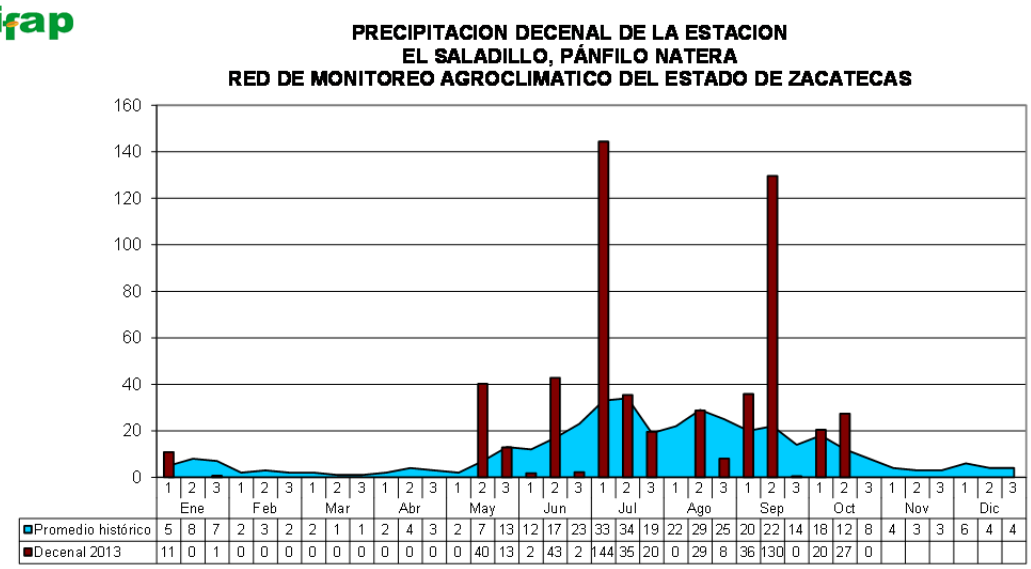

PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN ACUMULADA DEL MES DE JUNIO A OCTUBRE DEL 2013
CON RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Desviación de la precipitación (%)
-100 a -75
-75 a -50
-50 a -25
-25 a -10
-10 a 10
10 a 25
25 a 50
50 a 100
Más de 100
inifap

FIGURA 11. Porcentaje de la precipitación ocurrida en los meses de junio a octubre del 2013 con respecto al promedio histórico.


PRECIPITACION DECENAL DE LA ESTACION
EL SALADILLO, PÁNFILO NATERA
RED DE MONITOREO AGROCLIMATICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic
Promedio histórico 5 8 7 2 3 2 2 1 1 2 4 3 2 7 13 12 17 23 33 34 19 22 29 25 20 22 14 18 12 8 4 3 3 6 4 4
Decenal 2013 11 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 40 13 2 43 2 144 35 20 0 29 8 36 130 0 20 27 0

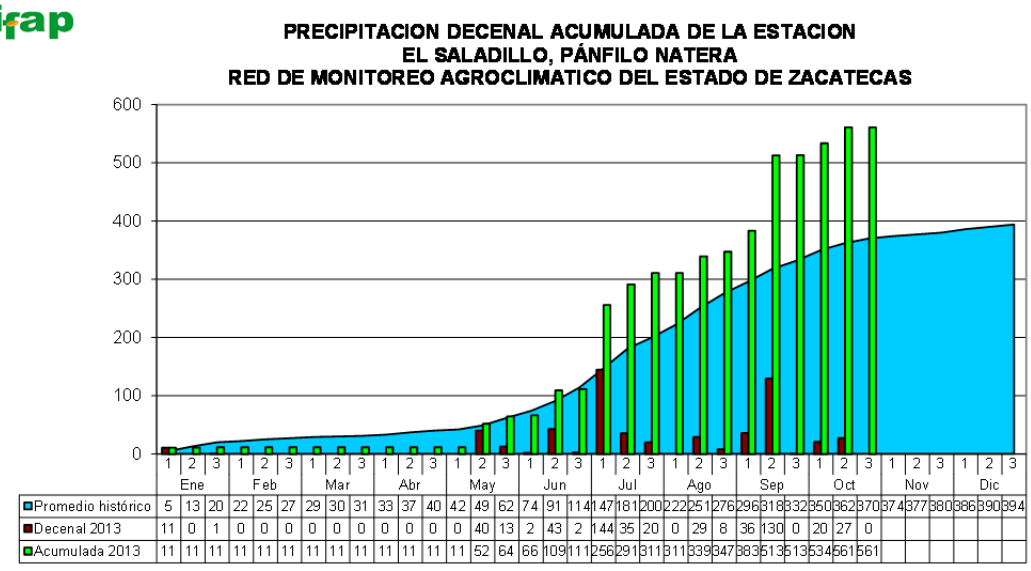


FIGURA 12. Precipitación decenal y acumulada hasta el mes de octubre en la estación El Saladillo, Pánfilo Natera.

ÍNDICE DE HUMEDAD

En la agricultura de temporal, los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas tienen como uno de los principales factores limitantes a la disponibilidad de humedad en el suelo, donde la fuente de abastecimiento de agua es la lluvia. Debido a la variabilidad que tiene la lluvia en tiempo y espacio, no es el indicador más adecuado (Flores y Ruiz, 1998).

Sin embargo, existen diversos parámetros o índices que indican cómo ha sido la humedad disponible en cierto período de tiempo en relación con las especies vegetales. Uno de estos parámetros es el índice de humedad (Villalpando y Ruiz, 1993), el cual está dado por la expresión:

$$IH = \frac{P}{ETo}$$

Donde:

IH = Índice de humedad

P = Precipitación

ETo = Evapotranspiración potencial

La P y la ETo corresponden al mismo período del cual se quiere obtener el IH; de estas dos variables la primera es registrada directamente en el pluviómetro de las estaciones y la segunda es estimada por el programa Addvantage Ver. 6.1 que controla las estaciones y es estimada por el método de Penman-Monteith (Adcon, 2000).

La evapotranspiración potencial es el agua evaporada desde el suelo y el agua transpirada por las plantas (Ortiz, 1987). La ETo es la máxima cantidad de agua capaz de ser perdida por una capa continua de vegetación que cubra todo el terreno, cuando es ilimitada la cantidad de agua suministrada.

El índice de humedad es un indicador de la cantidad de agua que se pierde por la ETo y la cantidad de agua que es recuperada por la lluvia. Los datos de estas dos variables utilizadas provienen de las mediciones de la "Red de Estaciones Agroclimáticas del estado de Zacatecas".

De acuerdo con la Figura 13, el índice de humedad del mes de octubre, resultó deficiente y ligeramente deficiente en la mayor parte del Estado, lo cual indica que hubo problemas por falta de humedad, al final del ciclo del temporal para los cultivos establecidos.

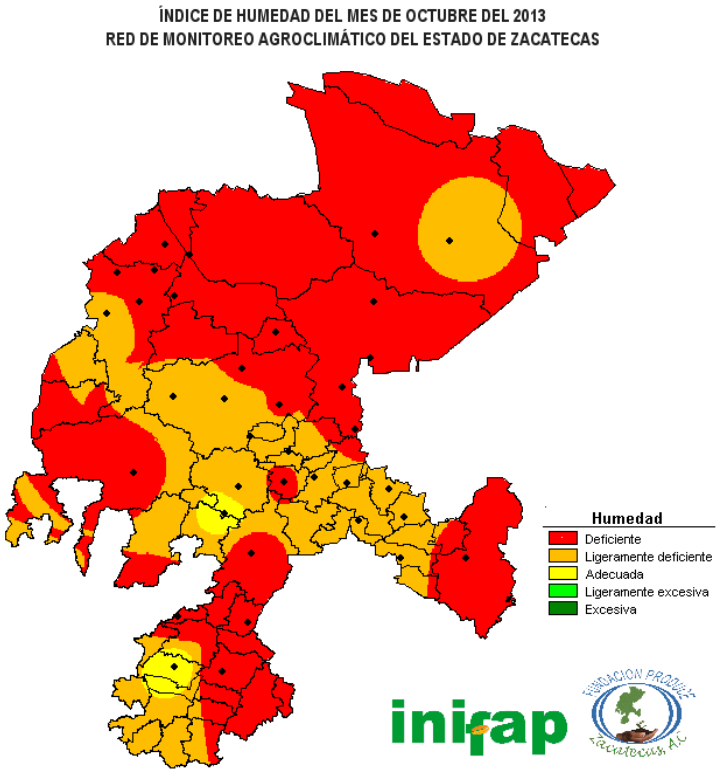


FIGURA 13. Índice de humedad del mes de octubre del 2013.

BALANCE HÍDRICO

No toda el agua de lluvia que cae sobre la superficie del suelo puede realmente ser utilizada por las plantas. Parte del agua de lluvia se infiltra a través de la superficie y parte fluye sobre el suelo en forma de escorrentía superficial. Cuando la lluvia cesa, parte del agua que se encuentra en la superficie del suelo se evapora directamente a la atmósfera, mientras que el resto se infiltra lentamente a horizontes inferiores del suelo. Del total del agua que se infiltra, parte percola por debajo de la zona de raíces, mientras que el resto permanece almacenada en dicha zona y podría ser utilizada por las plantas (Veenhuizen, 2000).

La capacidad de campo es la máxima capacidad de retención de humedad por el suelo. El punto de marchitez es el grado de humedad en el suelo, cuando las plantas no pueden absorber más agua. El agua utilizable por las plantas es la diferencia entre los dos anteriores. (Sánchez, 2005).

La porción de agua almacenada en la zona de raíces se le denomina precipitación efectiva o capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. En otras palabras, es la fracción de lluvia que estará realmente disponible para satisfacer, al menos parte de las necesidades de agua de las plantas. Para determinar cual es la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo se utiliza una ecuación que considera la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, la densidad aparente y la profundidad del suelo (Israelsen y Hansen, 1965; Withers y Vipond, 1982).

Por otra parte se determinan los requerimientos de agua (Palacios y García, 1989) de los cultivos (ETc) y posteriormente se realiza un balance hídrico (BH) que es la diferencia entre el agua que ha recibido el cultivo y el agua perdida por éste y el suelo. El método consiste en hacer un BH acumulativo registrado decenalmente a lo largo de la estación de crecimiento de un cultivo dado (Frere y Popov, 1980; Rice *et al.*, 1986).

Para cuantificar el déficit y el exceso de humedad que puede ocurrir durante el ciclo del cultivo, se calcula un índice de satisfacción de la demanda hídrica (ISDH), el cual señala en porcentaje el grado con que se satisfacen las necesidades hídricas del cultivo. El valor final de este índice indicará si la demanda hídrica del cultivo fue satisfecha por la precipitación y en qué porcentaje.

Debido a la importancia del frijol, el balance hídrico de este cultivo será calculado conforme avance el ciclo, de tal manera que se pueda ubicar espacialmente donde ha ocurrido déficit o exceso de humedad.

En el Cuadro 3 se presenta el balance hídrico de frijol de temporal. Solo en 5 de las 26 estaciones consideradas en el balance, el índice de humedad en la tercera decena del mes de octubre fue de 100%. Esto significa que después de la buena humedad del mes de septiembre, en el mes de octubre fue menor la precipitación y por ende la humedad, sobre todo ya para la tercera decena del mes, de manera general la humedad disponible en el mes de octubre fue alrededor del 50 % de la necesaria, sin embargo, en algunas estaciones la humedad disponible disminuyó a menos del 20 % en la tercera decena del mes, en estos casos, el cultivo se vio tan afectado por que ya estaba al final del ciclo.

El promedio de satisfacción de la demanda hídrica de los cuatro distritos donde se siembra la mayor parte del frijol de temporal, disminuyó al final del mes a 51% (Cuadro 3). Considerando el promedio de los meses de julio a octubre fue de 81 %, esto indica que de manera general el cultivo de frijol contó con humedad suficiente para su desarrollo. El distrito de Zacatecas fue el más bajo en promedio con 75%.

CUADRO 3. PORCENTAJE DE SATISFACCIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA DE FRIJOL DE TEMPORAL CONSIDERANDO UNA FECHA DE SIEMBRA DEL 1 DE JULIO DEL 2013.

		Julio (Decenas)			Agosto (Decenas)			Septiembre (Decenas)			Octubre (Decenas)			
DDR	**ESTACIÓN**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**PROM.**
FRESNILLO	ÁBREGO	100	100	100	100	53	100	100	100	100	100	100	97	96
	CAÑITAS	100	100	100	84	9	100	0	100	100	100	100	23	76
	COL. EMANCIPACIÓN	100	100	100	81	16	100	100	100	100	100	100	100	91
	EL PARDILLO 3	100	100	100	76	79	100	100	97	100	100	100	16	89
	RANCHO GRANDE	100	100	100	15	11	100	100	100	100	100	100	37	80
	PROMEDIO	**100**	**100**	**100**	**71**	**33**	**100**	**80**	**99**	**100**	**100**	**100**	**55**	**87**
OJOCALIENTE	EL GRAN CHAPARRAL	100	100	100	83	46	100	40	100	100	100	100	100	89
	EL SALADILLO	100	100	100	63	80	26	93	100	100	90	100	11	80
	ESTANCIA DE ÁNIMAS	100	100	100	71	100	57	71	100	40	100	100	100	87
	LA VICTORIA	100	100	100	41	25	14	18	100	100	100	100	16	67
	LORETO	100	100	100	59	21	13	13	100	100	100	100	68	73
	PROMEDIO	**100**	**100**	**100**	**63**	**52**	**39**	**47**	**100**	**88**	**98**	**100**	**59**	**79**
RIO GRANDE	CAMPO UNO	100	100	100	100	65	90	58	97	100	43	100	55	84
	COL. GLEZ. ORTEGA	100	100	100	100	18	100	96	97	100	21	70	11	76
	COL. HIDALGO	100	100	100	100	33	100	100	100	100	100	100	26	88
	COL. PROGRESO	100	100	100	82	18	100	100	97	100	98	63	15	75
	EMILIANO ZAPATA	100	100	100	100	75	100	100	97	100	100	100	94	97
	MOGOTES	100	100	100	100	31	100	0	97	100	94	42	68	78
	PROVIDENCIA	100	100	100	100	63	100	100	100	100	100	100	100	97
	PROMEDIO	**100**	**100**	**100**	**97**	**43**	**99**	**79**	**98**	**100**	**79**	**82**	**53**	**85**
ZACATECAS	AGUA NUEVA	100	100	100	77	2	100	100	100	100	99	19	34	78
	CEZAC	100	100	100	36	4	100	67	100	41	73	100	68	74
	CHAPARROSA	100	100	100	20	3	77	36	100	67	25	47	1	56
	COBAEZ	100	100	49	1	32	69	42	100	100	100	73	1	64
	LAS ARCINAS	100	100	100	72	51	100	100	97	100	100	78	58	88
	MESA DE FUENTES	100	100	100	24	3	100	71	100	100	100	100	86	82
	SIERRA VIEJA	100	100	100	84	9	52	63	97	100	76	18	2	66
	U.A. AGRONOMÍA	100	100	100	84	5	77	64	100	100	100	100	52	82
	U.A. BIOLOGÍA	100	100	100	78	61	100	0	100	100	100	100	100	87
	PROMEDIO	**100**	**100**	**94**	**53**	**19**	**86**	**60**	**99**	**90**	**86**	**71**	**45**	**75**
	PROMEDIO GENERAL	**100**	**100**	**98**	**70**	**35**	**84**	**67**	**99**	**94**	**89**	**85**	**51**	**81**

Resumen mensual

CUADRO 5. ESTADÍSTICAS BÁSICAS MENSUALES DE TEMPERATURA DEL AÑO 2013 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

MES	TEMPERATURA (°C)						
	VALOR MÁXIMO	ESTACIÓN	VALOR MÍNIMO	ESTACIÓN	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA* MÍNIMA	MEDIA*
Enero	28.5	Santo Domingo	-7.4	El Pardillo 3	19.7	3.9	11.4
Febrero	31.4	Santo Domingo	-6.7	Abrego	24.1	4.2	14.3
Marzo	34.2	Santo Domingo	-8.9	El Pardillo 3	24.5	4.4	14.9
Abril	36.3	Santo Domingo	-3.3	Santa Fe	28.4	7.7	18.8
Mayo	37.8	Santo Domingo	0.3	Santa Fé	29.5	11.3	20.8
Junio	37.8	Santo Domingo	8.2	Abrego	29.4	13.7	21.5
Julio	33.3	Santo Domingo	6.5	El Alpino	25.3	13.4	18.7
Agosto	33.6	Marianita	6.6	Col.Progreso	26.6	12.3	19.1
Septiembre	31.8	Marianita	7.3	C. Exp. Zacatecas	24.4	13.1	17.8
Octubre	32.5	Santo Domingo	-0.8	Col. Emancipación	25.3	9.8	16.7
Noviembre							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

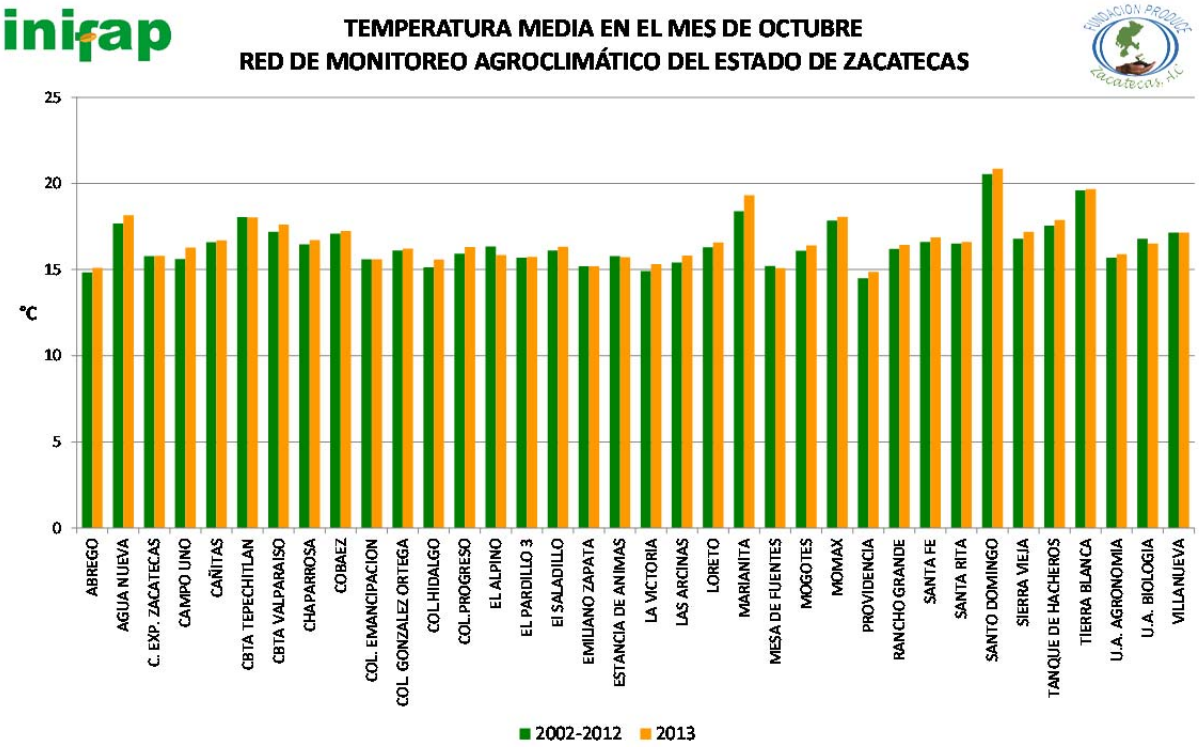


FIGURA 17. TEMPERATURA MEDIA HISTÓRICA Y DEL MES DE OCTUBRE DE 2013 DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

CUADRO 6. ESTADÍSTICAS BÁSICAS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA Y VIENTO DEL AÑO 2013 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

MES	HUMEDAD RELATIVA (%)			VELOCIDAD DEL VIENTO (km/hr)				VIENTO DIRECCIÓN DOMINANTE*
	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA* MÍNIMA	MEDIA*	VALOR MÁXIMO	ESTACIÓN	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA*	
Enero	82.5	26.8	54.7	63.9	Emiliano Zapata	18.2	7.1	SSO
Febrero	60.1	12.5	31.8	60.3	Emiliano Zapata	22.3	9.1	SO
Marzo	53.7	10.8	27.0	48.3	Emiliano Zapata	18.4	7.6	OSO
Abril	45.6	8.2	21.9	56.4	Emiliano Zapata	20.9	9.2	SO
Mayo	68.0	14.8	37.1	49.5	Emiliano Zapata	19.5	7.5	SSO
Junio	83.5	22.4	51.6	44.4	Mogotes	19.3	7.1	E
Julio	95.1	42.2	72.5	34.1	Col. Progreso	15.1	5.0	E
Agosto	92.7	33.9	64.5	43.7	Mogotes	15.3	5.8	E
Septiembre	97.2	50.5	79.6	39.5	La Victoria	13.3	4.8	E
Octubre	96.8	36.6	72.2	31.1	Sierra Vieja	10.7	3.6	SE
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

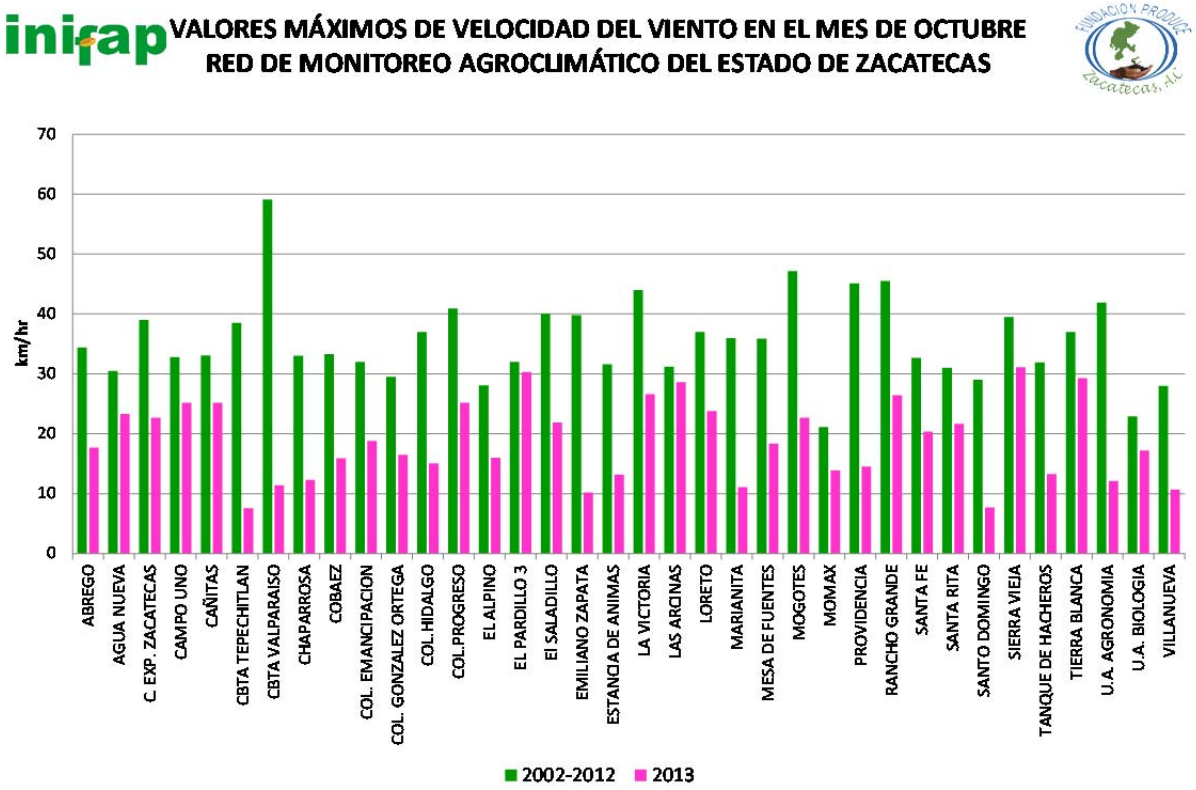


FIGURA 18. VALORES MÁXIMOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO HISTÓRICOS Y DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2013 DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

CUADRO 6. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ACUMULADA DEL AÑO 2013 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Ábrego	19.8	0.0	0.0	0.0	3.2	43.4	156.2	90.8	213.6	52.0			579.0
Agua Nueva	32.8	0.0	0.0	0.2	19.8	30.4	155.8	45.4	135.8	14.4			434.6
C. Exp. Zacatecas	28.6	0.0	0.0	0.0	1.0	52.4	126.9	32.8	61.8	51.4			354.9
Campo Uno	15.4	0.0	0.0	0.0	17.2	41.0	164.6	61.2	196.6	38.5			534.5
Cañitas	17.0	0.0	0.0	0.0	9.8	25.0	165.0	59.6	151.4	28.0			455.8
CBTATepechitlán	58.0	0.0	0.0	0.0	7.2	52.8	274.8	99.4	138.0	106.8			737.0
CBTA Valparaíso	23.8	0.0	0.0	0.0	0.6	49.0	122.0	128.6	83.8	36.0			443.8
Chaparrosa	44.0	0.0	0.0	0.0	14.2	37.6	91.2	27.2	61.2	17.6			293.0
COBAEZ	21.0	0.0	0.0	0.8	2.2	33.6	48.0	34.0	159.8	28.0			327.4
Col. Emancipación	19.6	0.0	0.0	0.0	16.0	30.6	135.6	75.8	145.6	65.4			488.6
Col. Glz. Ortega	13.0	0.0	0.0	0.0	6.6	61.4	154.8	61.2	191.2	20.8			509.0
Col. Hidalgo	17.8	0.0	0.0	0.0	1.0	31.5	172.9	51.4	152.5	25.7			452.8
Col. Progreso	10.6	0.0	0.0	0.0	10.2	52.9	198.3	99.9	226.4	31.4			629.7
El Gran Chaparral	33.8	0.0	0.0	0.0	13.0	102.6	143.5	46.6	131.4	84.8			555.7
El Pardillo 3	22.2	0.0	0.0	0.0	22.8	28.2	157.0	95.7	176.2	46.3			548.4
El Saladillo	11.4	0.0	0.0	0.0	53.0	46.8	199.4	36.8	165.8	47.8			561.0
Emiliano Zapata	25.8	0.0	0.0	0.8	14.4	55.2	201.0	109.4	213.8	46.4			666.8
Estancia de Ánimas	43.4	0.0	0.0	0.0	11.4	53.8	175.4	55.4	101.0	71.4			511.8
La Victoria	37.0	0.0	1.0	0.0	36.6	91.6	117.6	4.0	120.6	25.6			434.0
Las Arcinas	39.2	0.0	0.0	0.0	46.0	78.0	158.2	91.0	174.4	46.8			633.6
Loreto	58.6	0.0	0.0	0.0	31.4	77.0	110.6	12.4	88.6	50.8			429.4
Marianita	24.8	0.0	0.0	0.2	33.6	36.4	138.8	23.0	65.8	41.2			363.8
Mesa de Fuentes	32.6	0.0	0.0	0.0	16.8	40.6	105.0	33.6	100.8	51.8			381.2
Mogotes	20.6	0.0	0.0	0.0	7.6	34.2	193.4	45.8	240.2	31.0			572.8
Momax	21.4	0.0	0.0	0.0	13.6	98.8	207.8	83.6	151.2	12.3			588.7
Providencia	19.6	0.0	0.0	0.6	1.6	15.2	218.4	89.4	177.6	54.5			576.9
Rancho Grande	22.0	0.0	0.2	0.0	6.8	27.0	71.4	59.2	184.8	39.0			410.4
Santa Fe	33.2	0.0	0.0	0.0	4.8	32.0	139.4	123.4	103.2	110.6			546.6
Santa Rita	34.2	0.0	0.0	0.0	2.8	34.0	143.2	63.2	77.8	82.4			437.6
Santo Domingo	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	65.4	244.0	94.4	176.8	10.2			654.4
Sierra Vieja	25.8	0.0	0.0	4.0	18.0	22.6	104.2	25.4	213.2	20.2			433.4
Tanque Hacheros	36.8	0.0	0.2	0.0	14.8	0.2	150.2	20.4	119.2	51.8			393.6
Tierra Blanca	42.0	0.0	0.6	0.0	2.6	41.6	229.6	53.4	109.6	30.0			509.4
U.A. Agronomía	64.4	0.0	0.0	0.0	11.0	71.6	125.6	22.4	123.6	28.0			446.6
U.A. Biología	55.0	0.0	0.0	0.0	18.6	45.6	186.8	71.2	196.0	83.0			656.2
Villanueva	34.4	0.0	0.0	0.0	10.4	66.6	201.6	73.2	192.4	31.4			610.0
PROMEDIO	**31.2**	**0.0**	**0.1**	**0.2**	**13.9**	**47.4**	**158.0**	**61.1**	**147.8**	**44.8**			**504.5**
VALOR MÁXIMO	**64.4**	**0.0**	**1.0**	**4.0**	**53.0**	**102.6**	**274.8**	**128.6**	**240.2**	**110.6**			**737.0**
VALOR MÍNIMO	**10.6**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.2**	**48.0**	**4.0**	**61.2**	**10.2**			**293.0**

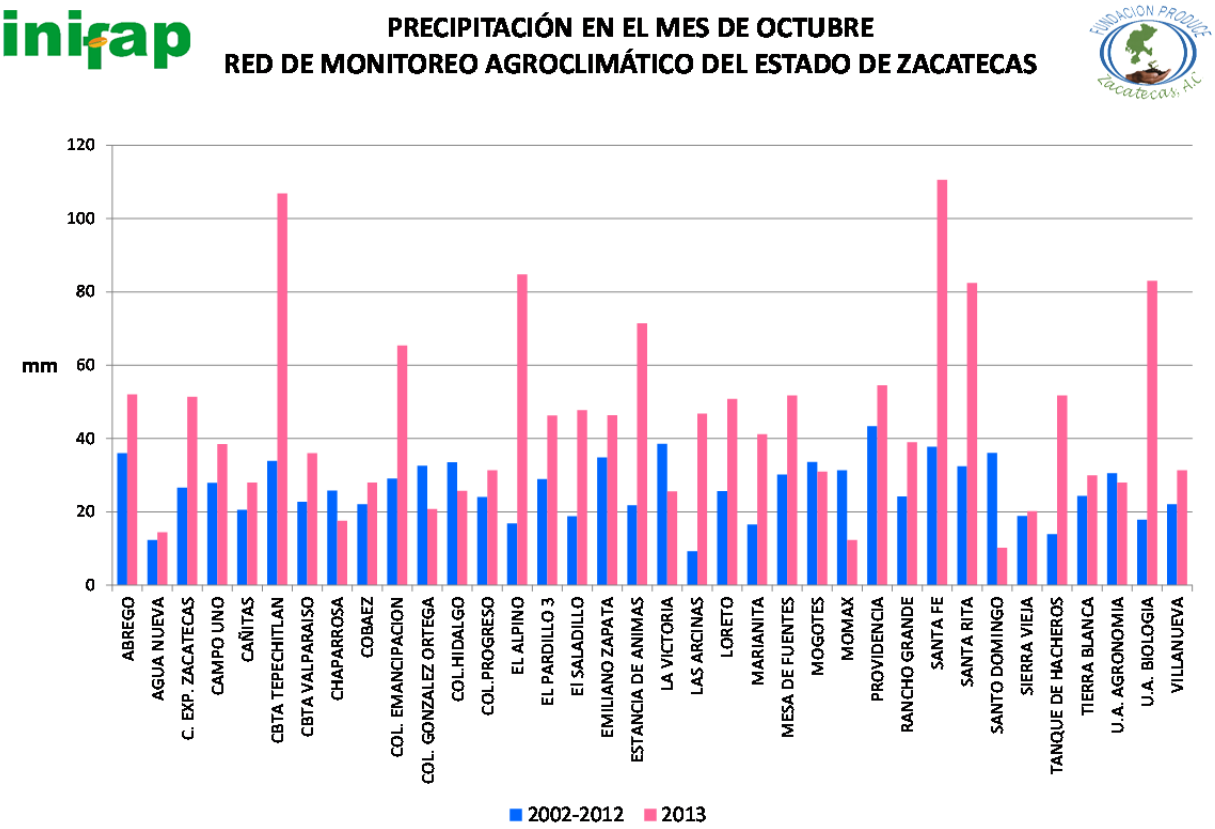


FIGURA 19. PRECIPITACIÓN HISTÓRICA Y DEL MES DE OCTUBRE DE 2013 DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

Literatura citada

ADCON. 2000. Addvantage A730. Manual del usuario. Versión 3.4. 388 p.

Critchfield. 1983. General Climatology. 4ª. Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 453 p.

FAO. 1981. Informe del proyecto de zonas agroecológicas. Vol. 3: Metodología y resultados para América del Sur y Central. FAO 48/3. Roma. 143 p.

Flores L., H. E. y Ruiz C., J. A. 1998. Estimación de humedad del suelo para maíz mediante un balance hídrico. Terra. Vol. 16 No. 3. 219-229.

Frere, M. y Popov, G. F. 1980 Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos. Estudio FAO: Producción y protección vegetal No. 17. Roma. 66p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2003. Anuario estadístico edición 2003. Zacatecas. Versión en disco compacto.

Israelsen, O. W., y Hansen, V. E. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Seg. Ed. Editorial Reverte, Barcelona, España. 385pp.

Medina G., G.; Ruiz C., J. A. y María R., A. 2004. SICA: Sistema de Información para caracterizaciones agroclimáticas. Versión 2.5. Documentación y manual del usuario. Tema didáctico Núm. 2. Segunda edición. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. 74 p.

Medina G., G. y Torres G., A. 2005. Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas. Desplegable informativa Núm. 15. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México.

Ortiz S., C. A. 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Tercera edición. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 326 p.

Palacios V., E. y García A., E.1989. Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego. Colegio de postgraduados. Centro de Hidrociencias. Montecillo, Edo. De México. México. 482pp.

Rice, R. C., Bowman, R. S., y Jaynes, D. B. 1986. Percolation of water below an irrigated field. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:855-859.

Romo G., J. R. y Arteaga R., R. 1989. Meteorología agrícola. Segunda edición. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo, México. 442 p.

Sánchez, S. R., F. J. 2005. Evapotranspiración. [En línea: 27 de julio de 2005] http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm. [Consultado: 27 de julio de 2005]

Silva S., M. M. y Hess, M. L. 2001. Caracterización del clima en el norte de Tamaulipas y su relación con la agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo Tamaulipas, México. 50 p. (Publicación técnica No. 1).

Torres R., E. 1983. Agrometeorología. Editorial Diana, México D. F. 150 p.

Veenhuizen, R. Van. 2000. Revisión de bases técnicas. En: Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias en América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas No 13. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile

Villalpando I., J. F. 1985. Metodología de investigación en agroclimatología. Documento de circulación interna mimeografiado. INIA-SARH. Zapopan, Jalisco. 183 p.

Villalpando I., J. F. y Ruiz C., J. A. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Limusa, S. A. de C. V. México, D. F. 133 p.

Withers, B. y Vipond, S. 1982. El riego, diseño y práctica. Tercera reimpresión. Ed. Diana. México, D.F. 350 pp.

Comité Editorial del Campo Experimental Zacatecas

Presidente: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez

Revisión y edición

Dr. Alfonso Serna Pérez
Dr. Luis R. Reveles Torres

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Kilómetro 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo
Apartado postal No. 18
Calera de V.R., Zac., 98500

Tel: (478) 9-85-01-98 y 9-85-01-99
Fax: (478) 9-85-03-63

Correo electrónico: direccion@zacatecas.inifap.gob.mx
Página WEB: http://www.zacatecas.inifap.gob.mx

Toda la información presentada en esta publicación proviene del proyecto:
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Financiado por la FUNDACIÓN PRODUCE ZACATECAS, A.C.

Esta publicación se terminó en octubre del 2013.
Tiraje impreso: 50 ejemplares
Difusión en formato PDF

FUNDACION PRODUCE
Zacatecas, A.C.

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias